Über Azofarbenspektra.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Erlangen

vorgelegt von

C. Grebe

aus Reval (Russland).

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1892.

Separat-Abdruck
aus: „Zeitschrift für physik. Chemie“. X. Band. 6. Heft. 1892.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn Prof. Dr. H. W. Vogel

in Dankbarkeit

gewidmet

vom Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535708_0009

Die Beziehungen zwischen Farbe und Konstitution chemischer Verbindungen sind in neuerer Zeit vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden. Es liegen bereits zahlreiche Publikationen in dieser Hinsicht vor.

Am ausführlichsten dürfte diesen Gegenstand die jüngst in der Zeitschr. f. phys. Chem. erschienene Arbeit von M. Schütze in Berlin behandeln[1]). Schütze stellte auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen über die Farbe der Mono- und Disazokörper eine Reihe von Sätzen auf, die einen gesetzmässigen Zusammenhang zwischen Farbe und Konstitution deutlich erkennen lassen.

Die Farbe an sich ist aber eine so durchaus subjektive Sinneswahrnehmung, dass es geboten erscheint, dem Spektroskop gegenüber dem Auge den Vorzug einzuräumen.

Nur auf ersterem Wege wird man zu allgemein vergleichbaren Resultaten gelangen können.

In der That hat die spektroskopische Untersuchung in dieser Richtung schon interessante Daten gefördert.

Arbeiten von H. W. Vogel, G. Krüss und anderen Forschern[2]) zeigen, wie die verschiedensten Substituenden (Alkyle, Äthergruppen, Säurereste, Nitro- und Amidogruppen, Halogene etc.) ihrer Zahl und auch ihrer Stellung nach die Absorptionsstreifen organischer Farbstoffe wesentlich und zwar in gesetzmässiger Weise beeinflussen.

---

[1]) Zeitschr. f. physik. Chemie **9**, (2) 109.

[2]) H. W. Vogel, Berichte **21**, III, 776. — Prakt. Spektralanalyse ird. Stoffe. 2. Aufl. I. S. 379. 1889. — G. Krüss, Berichte **16**, 2051; ib. **18**, 1426. — Zeitschr. f. phys. Ch. **2**, 312. — Sitzungsber. der königl. preuss. Akad. der Wissensch. **34**, 715. — E. Vogel, Ann. der Phys. u. Chem. **43**, 449. — N. W. Hartley.

Dass eine genaue Kenntnis dieser und ähnlicher Erscheinungen für den theoretischen, wie praktischen Chemiker von Wert sein kann, liegt auf der Hand. Neue Wege zur Aufklärung der Konstitution bekannter und zur Auffindung neuer Farbstoffe werden hierdurch angebahnt werden können.

Die Gruppe der Azofarben ist eine so grosse und durch so viele graduelle Konstitutionsdifferenzen ausgezeichnete, dass es sich wohl erwarten liess, die in anderen Farbstoffklassen gewonnenen Erfahrungen auch hier in erfolgreicher Weise fördern zu können.

Es liegen bereits mehrere spektralanalytische Untersuchungen über Azofarben vor.

Landauer[1]) untersuchte die Alkohol- resp. Wasserlösungen einer Reihe von Farben aus der Gruppe der Chrysoïdine. Da jedoch die Alkohol- und noch mehr die Wasserlösungen der Azofarben im allgemeinen sehr breite und verwaschene Absorptionen zeigen, so konnten bemerkenswerte Unterschiede nicht nachgewiesen werden.

H. W. Vogel[2]) untersuchte neben den Alkohollösungen auch die Schwefelsäurelösungen, welche ihm bedeutend schärfere und messbarere Streifen lieferten.

Seine Untersuchung führte er an folgenden ausgewählten und reinen Azofarben aus.

	Kombiniert mit:		
	β-Naphtolsulfosäure B.	β-Naphtolsulfosäure S.	β-Naphtolsulfosäure R.
Diazobenzol	No. 1	2	3
o-Diazotoluol	4	5	6
p-Diazotoluol	7	8	9

Seine Folgerungen stellte er in folgenden Sätzen zusammen:

1. Durch Eintritt einer Methylgruppe in das Diazobenzol werden die Streifen nach Rot verschoben, und zwar stärker beim Eintritt in die *p*-Stellung als in die *o*-Stellung[3]).

2. Diese Streifenverschiebung entspricht für den Streif β einem Wellenlängenzuwachs von 10 mmm (Milliontel-Millimeter) bei Eintritt

[1]) Landauer, Berichte 14, 391. 1881. — H. W. Vogel, prakt. Spektr. ird. Stoffe I, 377. 1889.

[2]) Ibidem 379.

[3]) In dem Lehrbuch von Vogel ist durch einen Druckfehler *o*- und *p*-Stellung vertauscht.

des Methyls in die *o*-Stellung und von 14 mmm beim Eintritt in die *p*-Stellung.

3. Der Eintritt von β-Naphtolsulfosäure *S* oder β-Naphtoldisulfosäure *R* an Stelle von β-Naphtosulfosäure *B* hat ebenfalls eine Streifenverschiebung und dementsprechend einen Wellenlängenzuwachs zur Folge, der bei β-Naphtolsulfosäure *S* 4 mmm, bei β-Naphtoldisulfosäure *R* 6 mmm beträgt.

4. Bei Eintritt von Methyl wird der Zwischenraum klarer und die Streifen nähern sich mehr der Gleichheit, sowohl in der Intensität als auch in der Breite. In der *p*-Stellung tritt dieses besser hervor, als in der *o*-Stellung.

Ähnlich wirkt auch der Eintritt von β-Naphtolsulfosäure *S* oder β-Naphtoldisulfosäure *R* an Stelle der β-Naphtolsulfosäure *B* auf den Charakter der Streifen.

Die angegebenen Resultate gelten nur für die Schwefelsäurelösungen der gedachten Farbstoffe.

Waren nun schon durch die Untersuchung einer so kleinen Anzahl von Körpern so interessante Resultate gefördert, so stand zu erwarten, dass eine ausgedehntere Untersuchung vieler Azofarben in dieser Richtung noch manchen interessanten Aufschluss über diese oder jene Beziehung zu geben imstande sei.

Unter diesem Gesichtspunkt unternahm Verfasser eine Untersuchung von über 100 ausgewählten und reinen Azofarben und liegen die Resultate derselben in folgenden Blättern vor.

Allgemeiner Teil.

Das sehr reichhaltige und sorgfältig auf seine Reinheit geprüfte Material verdankt der Verfasser zum Teil den Herren Dr. G. Schultz, Prof. H. W. Vogel und Prof. O. N. Witt. In vielen Fällen wurden auch eigene Präparate verwandt.

Die Azofarben stellen meist krystallinische, pulvrige oder pastenförmige Produkte dar; die letzteren sind in vielen Fällen von geringerer Reinheit wie die krystallisierten.

Es ist deshalb im speziellen Teile diese Angabe immer gemacht worden.

Als brauchbarstes Lösungsmittel für den spektralanalytischen Zweck erwies sich durchgehends konzentrierte Schwefelsäure. Die korrespondierenden Alkohol- und Wasserlösungen geben Absorptionen, die weiter nach Blau liegen, die sich aber wegen ihrer Breite und Unschärfe, wie

schon oben erwähnt, nicht für genaue Lagenbestimmungen verwerten lassen. Zusatz von Ammoniak erhöht in beiden Fällen die Intensität und die Schärfe der Streifen.

Die Spektren der Schwefelsäurelösungen sind fast durchweg durch zwei mehr oder minder ineinander übergehende Streifen charakterisiert, und ist der mehr nach Rot gelegene β-Streifen meist intensiver und schmaler als der zweite α-Streifen.

Hierzu kommt bei einigen Farbstoffen, hauptsächlich bei solchen, welche den α- oder β-Naphtolrest enthalten, eine Auslöschung im Violett. Schütze[1]) bezeichnet diese Auslöschung als „Oktave" der andern Absorption. Inwieweit diese Annahme gerechtfertigt erscheint, muss vorläufig dahin gestellt bleiben. Der Verf. ist der Ansicht, dass diese Auslöschung auf eine Verunreinigung des Farbstoffs zurückzuführen ist.

Gerade die Farbstoffe mit α-Naphtol als Komponente sind ausserordentlich schwierig ganz rein darzustellen; sie werden immer noch durch etwas ursprüngliche Base verunreinigt sein, z. B. Amidoazotoluol + α-Naphtol durch Amidoazotoluol. Letzteres giebt für sich allein eine ganz ähnliche Auslöschung im Violett.

Die Untersuchung der Farbstoffe beschränkte sich auf folgende Bestimmungen, welche übersichtlich geordnet in den beigegebenen Tabellen zusammengestellt worden sind.

I. Die Intensitätskurve.

Dieselbe versinnlicht den ganzen Habitus der Absorption.

Kurven unter der Linie bedeuten die Spektren der mit Wasser verdünnten Schwefelsäurelösungen. Bei dieser Verdünnung tritt häufig ein Farbenwechsel ein, der für die Natur des betreffenden Körpers oft sehr charakteristisch ist.

II. Relative Intensität und Breite der Streifen.

Diese Bestimmungen konnten selbstverständlich nur in Fällen, wo Zweistreifung deutlich erkennbar war, ausgeführt werden.

III. Wellenlänge der Dunkelheitsmaxima.

Letztere Bestimmungen sind, soweit es anging, mit grösster Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt worden. In unsicheren Fällen sind

[1]) Ztschr. f. phys. Chem. 9, 109. Wäre die Schützesche Ansicht richtig, so müssten sämtliche Farbstoffe, die das äusserste Rot absorbieren, eine entsprechende „Oktave" im Violett besitzen. Dass dies aber nicht der Fall ist, zeigt die Untersuchung der Disazofarbenspektra.

entweder die Zahlen ausgelassen oder es ist näheres besonders angegeben.

Die Beobachtung selbst wurde in der üblichen von Vogel angegebenen Weise ausgeführt. Die Probe wird im Reagenzglas gelöst und in verschiedenen Konzentrationen untersucht. Wo es sich darum handelte, Färbungen im Lösungsmoment zu untersuchen, wie z. B. bei Benzolazo-Naphtoläthyläther (Nr. 15 der Tabelle), beobachtete Verfasser zweckmässiger durch ein Uhrglas, welches auf horizontalem Spiegel stand, gegen den reflektierten Himmel.

Ein Taschenspektroskop erwies sich für diesen Zweck am brauchbarsten. Die Sonnenlinien des Vergleichsspektrums gaben die Zahlen, die in einigen Fällen noch mit anderen Instrumenten kontrolliert wurden.

Die photographische Methode eignete sich weniger zur Bestimmung der Wellenlängen, da es sich in weitaus den meisten Fällen um Absorptionen im unwirksameren Teil des Spektrums handelte. Nur insofern erwies sie sich nützlich, als sie zum Nachweis der Zweistreifung von Absorptionen im Ultraviolett diente, wie z. B. bei Benzolazophlorogluein und ähnlichen violettabsorbierenden Körpern. In solchen Fällen benutzte ich den grossen Spektrographen von Vogel.

Um die Übersicht über das seiner Konstitution nach geordnete Material zu erleichtern, schicke ich eine Disposition voraus. Was die gewählte Nomenklatur anbetrifft, so habe ich grösserer Übersichtlichkeit halber auf die Synthese der Farben Rücksicht genommen.

Die Azofarben entstehen bekanntlich dadurch, dass man das Diazosalz eines aromatischen Amins mit Phenolen oder Aminen in alkalischer Lösung kombiniert. Ich führe deshalb nur die beiden Komponenten an: z. B. Anilin + Phenol = Benzolazophenol.

Disposition.

I. Diazosalz von Anilin + { Phenole No. 1— 6. / Aniline „ 7—12. / Naphtole „ 13—28. / Naphtylamine „ 29—37.

II. Diazosalz von Amidoazobenzol + Naphtole „ 38—47.

III. Diazosalz von Amidoazotoluol + „ „ 48—56.

IV. Diazosalz von Amidoazoxylol + α-Naphtolmonosulfos. No. 57.

V. Diazosalz von Amidoazobenzolmonosulfos. kombin. mit Naphtolen.

VI. Diazosalz von Amidoazobenzoldisulfos. kombiniert mit Naphtolen.

VII. Diazosalz von Amidoazotoluolmonosulfos. kombin. mit Naphtolen.

VIII. Benzidin- und Tolidinfarben.

Speziell-experimenteller Teil.

I. Farbstoffe aus Anilin.

1. Anilin + Phenol = Oxyazobenzol. Orange-gelbe Nadeln.

H_2SO_4-Lösung: intensiv gelbrot, absorbiert das ganze blaue Ende mit breitem Maximum auf *F*.

Beim Verdünnen mit H_2O wird die Lösung heller.

2. Sulfanilsäure + Phenol. Orangegelbes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: intensiv gelb, absorbiert ähnlich wie Nr. 1. Beim Verdünnen mit H_2O wird die Lösung heller.

3. Metanilsäure + Phenol. Gelbe Krystallblättchen.

H_2SO_4-Lösung: gelb, Absorption weiter nach Blau wie Nr. 2. Beim Verdünnen wie Nr. 1 und 2.

4. Anilin + Resorcin. Rote Nadeln.

H_2SO_4-Lösung: gelb, zeigt eine zweistreifige Absorption zwischen λ 510 und *G*. Der α-Streif ist nur angedeutet, das Maximum von β dagegen scharf. Auf photographischem Wege wurde noch Absorption im Ultraviolett gefunden, ebenso bei Nr. 5 und 6.

5. Anilin + Phloroglucin. Orangegelbes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: gelbrot, breite Auslöschung über *F*, schwach zweiteilig.

6. Sulfanilsäure + Phloroglucin. Orange Pulver.

H_2SO_4-Lösung: orangerot, absorbiert ähnlich wie Nr. 5.

7. Anilin + Anilin = Amidoazobenzol.

Rote Nadeln mit violettem Oberflächenschimmer. Das salzsaure Salz bildet das Spritgelb des Handels.

H_2SO_4-Lösung: gelb, zeigt einseitige Absorption des Blau, ungefähr von λ 480 an. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung rot und zeigt jetzt Absorption zwischen λ 550 steil bis λ 450 abfallend.

8. Anilin + Sulfanilsäure.

Säuregelb des Handels. Das *Ca*-Salz bildet ein gelbes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: hellgelb, absorbiert im äussersten Violett. Beim Verdünnen mit Wasser wird sie blassorange und zeigt einen Schatten auf F, Max. λ 490.

9. Anilin + Amidoazobenzoldisulfosäure.

Die freie Säure bildet ein dunkelrotviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: gelb, absorbiert wie Nr. 8. Beim Verdünnen wird die Lösung intensiv rot mit breiter Absorption im Grün.

10. Anilin + Amidoazoorthotoluol.

(Orthotoluidin.) Rotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: gelb, absorbiert weiter nach Rot wie Amidoazobenzol Nr. 7. Beim Verdünnen wird die Lösung rot und zeigt einen dicken Schatten zwischen D und F.

11. Anilin + Amidoazotoluolsulfosäure.

Na-Salz, orangegelbe Paste.

H_2SO_4-Lösung: hellgrüngelb. Die Lösung absorbiert weiter nach Rot, wie die korrespondierende Benzolverbindung. Mit Wasser verdünnt wird die Lösung rot und absorbiert im Grün analog Nr. 10.

12. Anilin + *m*-Phenylendiamin.

Chrysoïdin[1]) violettbraune Nadeln.

H_2SO_4-Lösung: intensiv gelb, absorbiert das äusserste Violett, mit angedeuteter Zweistreifung. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung intensiv rot mit dickem Streif im Grün.

13. Anilin + α-Naphtol ist schwer ganz rein darzustellen. Im reinsten Zustand schwarzviolette Nadeln. Schmelzp. 206° (Zinke, Witt).

H_2SO_4-Lösung: blauviolett zeigt Streif auf D und im äussersten Rot. Beim Verdünnen mit Wasser rotstichiger mit Schatten im Grün und Streif zwischen *d* und D.

14. Anilin + β-Naphtol im „Sudan I“ des Handels.

Hellrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: intensiv hellrot, zeigt einen scharfen β-Streif und einen deutlich zweiteiligen α-Streif. Beim Verdünnen mit H_2O hellgelbe etwas fluoreszierende Lösung mit Schatten von ca. λ 545 — F.

15. Anilin + α-Naphtoläthyläther.

Schöne hellrote Nadeln.

H_2SO_4-Lösung: im Lösungsmoment rotviolett, dann blauviolett. Letztere Farbe zeigt genau die Absorption wie Benzolazo-α-Naphtol Nr. 13, bei ersterer dagegen fehlt der Streif im äussersten Rot. Witt hat nachgewiesen, dass durch H_2SO_4 die Äthergruppe abgespalten wird.

16. Fügt man nun Alkohol zur H_2SO_4-Lösung von Benzolazo-α-Naphtol, so tritt dieselbe rotviolette Färbung mit derselben Absorption wie bei Nr. 15 ein. Hier haben wir es also auch mit einem Verdünnungsspektrum zu thun, welches jedoch wegen der relativ kleinen Zahl von Alkoholelementen sofort dem ursprünglichen Platz macht.

[1]) Die isomeren Chrysoïdine sind noch nicht dargestellt.

17. Anilin + 1·8 Dioxynaphtalin.

Dieser Farbstoff scheint durch den Disazokörp. $C_{10}H_4(OH)_2(N_2C_6H_5)_2$ verunreinigt zu sein.

H_2SO_4-Lösung: in dünnen Schichten intensiv blau, in dickeren dagegen dunkelrot. Letztere Färbung scheint, der Analogie bei ähnlichen Körpern nach, dem Monazokörper zuzukommen. Sie zeigt den Streif über Dd am deutlichsten. Die blaue Farbe scheint dem Disazokörper zuzukommen.

18. Anilin + 1·8 Dioxynaphtalin.

Es tritt hier eine verwaschene Absorption im ganzen Rot ein, wahrscheinlich durch Überdeckung der Absorptionen von Nr. 17 und 18. Die Sache ist jedoch unsicher und muss einer genaueren Untersuchung vorbehalten bleiben.

19. Anilin + 2·7 Dioxynaphtalin. Rotbraune Paste.

H_2SO_4-Lösung: intensiv hellrot, Absorption sehr klar gestreift. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung bläulicher und zeigt einen Schatten von D bis über F.

20. Anilin + α-Naptholmonosulfosäure 1. 4 (N. W.).

Die komponierende Säure ist mit dem D. R. P. 26012 patentiert. Das *Na*-Salz des Farbstoffs ist ein rotbraunes Pulver (Tropäolin 0000).

H_2SO_4-Lösung: rot, zeigt zwei nahezu gleiche Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser tritt keine Farbänderung ein.

21. Anilin + α-Naphtolmonosulfosäure 1. 5 (Cleve).

Das *Na*-Salz ist ein ziegelrotes Pulver (Cochenillescharlach G.).

H_2SO_4-Lösung: kirschrot, zeigt zwei sehr verwaschne Streifen. Max. β unsicher, ungefähr bei λ 570.

22. Anilin + β-Naphtolmonosulfosäure 2. 5 (Dahl).

Dunkelrote Paste. *Na*-Salz.

H_2SO_4-Lösung: rotgelb, zeigt zwei scharfbegrenzte Streifen.

23. Anilin + β-Naphtolmonosulfosäure 2. 6 (Schäffer).

Na-Salz, feurig-rotes Pulver. (Ponceau 4. G. B.)

H_2SO_4-Lösung: orangegelb, zeigt zweistreifige Absorption, die schon von H. W. Vogel genauer untersucht ist. Siehe dessen Lehrbuch der Spektr.

24. Anilin + β-Naphtolmonosulfosäure 2. 7 (F Säure).

Na-Salz, rote glänzende Krystallblättchen.

H_2SO_4-Lösung: orangegelb, zeigt auch bei grosser Verdünnung zwei deutlich getrennte scharfe Streifen.

25. Anilin + β-Naphtolmonosulfosäure 2.8 (Bayer).

Na-Salz, hellrotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: rotgelb, zeigt ähnliche Absorption wie Nr. 23, nur Max. β wenig nach Blau verschoben. Schon von H. W. Vogel untersucht.

26. Anilin + α-Naphtoldisulfosäure (König).

Das *Na*-Salz krystallisiert mit drei Krystall H_2O in prachtvollen braunroten Nädelchen.

H_2SO_4-Lösung: hellrot, zeigt zwei gut getrennte Streifen von nahezu gleicher Intensität und Breite.

27. Anilin + β-Naphtoldisulfosäure 2. 3. 6 (R Säure).

Na-Salz, feurig-rotes Pulver (Ponceau 2 G.)

H_2SO_4-Lösung: kirschrot, von H. W. Vogel untersucht.

28. Anilin + β-Naphtoldisulfosäure 2.6.8 (G Säure).

Na-Salz, hellrote Krystallblättchen (Orangegelb).

H_2SO_4-Lösung: orange, zeigt zwei verwaschne Streifen von C über F.

29. Anilin + α-Naphtylamin. Schwarzes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: weinrot, zeigt zwei sehr verwaschene Streifen im Grün, Max. β unsicher bei circa λ 560. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung prachtvoll violett, während sich das Maximum von β mehr nach Rot verschiebt, etwa nach λ 570.

30. Anilin + β-Naphtylamin.

Dieser Farbstoff krystallisiert aus Alkohol in schönen braunroten Nädelchen.

H_2SO_4-Lösung: violett, absorbiert weiter nach Rot wie der isomere α-Körper. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung intensiv rot, mit Verschiebung des Streifens nach Blau etwa von D bis über F. Bei weiterer Verdünnung schwacher Schatten im Grün.

31. Anilin + α-Naphtylaminmonosulfosäure 1. 4. (Naphtionsäure.) *Na*-Salz, ziegelrote Paste.

H_2SO_4-Lösung: rotgelb, zeigt einen breiten Streif von circa λ 450 über F. Max. zwischen F und λ 500. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung intensiv rotviolett mit gleichmässiger Absorption zwischen D und F. Sehr schwache Maxima auf λ 545 und λ 495.

32. Anilin + α-Naphtylaminmonosulfosäure 1. 5. (Laurenth.) *Na*-Salz, braunrotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: gelb mit breiter Auslöschung. Maximum zwischen λ 495 und λ 480. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung blauviolett mit ähnlicher Absorption wie Nr. 31.

33. Anilin + α-Naphtylaminmonosulfosäure 1. 8. (Schöllkopfsche Säure). *Na*-Salz, schwarzbraune Paste.

H_2SO_4-Lösung: braun mit breiter Absorption von circa λ 545 bis λ 450. Max. zwischen λ 500 und F. Beim Verdünnen mit Wasser entsteht ein wenig intensives Violett mit Schatten im Grün und schwachen Erhebungen auf λ 575 und λ 495.

34. Anilin + β-Naphtylaminsulfosäure 2. 5 (Dahl).

Na-Salz, orange Paste.

H_2SO_4-Lösung: rot, zeigt zwei deutlich getrennte Streifen von gleicher Intensität und Breite. Beim Verdünnen mit Wasser tritt keine Farbenänderung ein.

35. Anilin + β-Naphtylaminsulfosäure 2. 6 (Brönner).

Na-Salz, orange Krystallblättchen.

H_2SO_4-Lösung: intensiv rotviolett, zeigt zwei etwas verschwommene Streifen.

36. Anilin + β-Naphtylaminsulfosäure 2. 7 (F oder δ Säure). *Na*-Salz, orange Krystallblättchen.

H_2SO_4-Lösung: verhält sich genau wie No. 35.

37. Anilin + β-Naphtylaminsulfosäure 2. 3. 6 (R Säure).

Na-Salz, orange Pulver.

H_2SO_4-Lösung: intensiv rot, zeigt sehr verschwommene Streifen von gleicher Intensität und Breite. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung intensiv violett mit Verschiebung von β gegen Rot.

II. Farben aus Amidoazobenzol.

38. Amidoazobenzol + α-Naphtol.

H_2SO_4-Lösung: grün, zeigt zwei sehr verschmolzene Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser geht die Färbung durch blassblau in blassrot, ohne deutliche Spektralerscheinung zu geben.

39. Amidoazobenzol + β-Naphtol.

H_2SO_4-Lösung: grün, mit deutlicherer Zweistreifung. Beim Verdünnen mit Wasser zeigt sich ein besseres Blau wie bei No. 38 mit schmaler Absorption auf *d*; dann bei weiterer Verdünnung wird die Lösung blassgelb, ohne merkliche Absorption.

40. Amidoazobenzol + α-Naphtolmonosulfosäure.

Na-Salz, braunrotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: violett, zeigt zwei sehr schön klargetrennte Streifen

41. Amidoazobenzol + β-Naphtolmonosulfos. 2. 8 (Bayersche Säure). *Na*-Salz, rotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: rotviolett, zeigt sehr verschwommene Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung intensiv blau mit Verschiebung der Streifen gegen Rot, dann blassrot mit zweiteiligem Schatten im Grün. Die Farbenumschläge sind sehr scharf.

42. Amidoazobenzol + β-Naphtolmonosulfos. 2. 6 (Schäffersche Säure). *Na*-Salz, braune Paste.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei etwas verlaufende, nach aussen scharf begrenzte Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung orangerot (sehr hell).

43. Amidoazobenzol + α-Naphtoldisulfosäure 1. 4. 8 (Schöllkopfsche Säure). *Na*-Salz, feurig-dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei fast zu einem verschmolzene Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser ändert sich die Farbe durch Grün in Rosa.

44. Amidoazobenzol + β-Naphtoldisulfosäure 2. 3. 6 (R. Säure). *Na*-Salz, dunkelrotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: intensiv rotviolett, zeigt klare scharf getrennte Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung erst intensiv blau, dann blassrot, beide Farben spektral gut charakterisiert.

45. Amidoazobenzol + β-Naphtoldisulfosäure 2. 6. 8 (G. Säure). *Na*-Salz, feurig-dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: rotviolett, β nach Rot scharf begrenzt, α gegen F abfallend. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung erst tiefblau, mit Verschiebung der Absorption gegen Rot, dann blassrosa.

46. Amidoazobenzol + α-Naphtoltrisulfosäure.

Blauschwarzes metallisch glänzendes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blauviolett, zeigt zwei sehr klare Streifen von gleicher Breite. Beim Verdünnen mit Wasser erst blau mit Verschmelzung der Streifen und Verschiebung gegen Rot, dann blassrotviolett mit Schatten im Grün.

47. Amidoazobenzol + β-Naphtoltrisulfosäure.

Na-Salz, braunviolettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: rotviolett, zeigt zwei weniger deutlich getrennte Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung blau mit Verschiebung des Streifens gegen Rot, dann blassgelb.

III. Farbstoffe aus Amidoazotoluol.

48. Amidoazotoluol + α-Naphtol.

Braunschwarzes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: grün mit zweiseitiger Auslöschung (im Rot intensiver).

49. Amidoazotoluol + β-Naphtol.

Braunrotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: dunkelgrün, zeigt prachtvolle klare Absorptionsstreifen. Auch hier beobachtete Verfasser eine schwache Auslöschung im Blau, welche nach seiner Ansicht von einer Verunreinigung durch unverändertes Amidoazotoluol herrührt. Siehe dessen Spektrum No. 10.

50. Amidoazotoluol + α-Naphtolmonosulfosäure.

Na-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei nicht ganz klar getrennte Streifen, β scharf gegen Rot begrenzt. Beim Verdünnen blassrosa.

51. Amidoazotoluol + β-Naphtolmonosulfos. 2. 8 (Bayersche Säure).

Na-Salz, dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei klare getrennte Streifen. Beim Verdünnen blassrosa.

52. Amidoazotoluol + β-Naphtolmonosulfosäure 2. 6. (Schäffersche Säure.)

Na-Salz, dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei klar getrennte Streifen, die weiter gegen Rot liegen, wie bei dem isomeren Farbstoff. Mit Wasser wird die Lösung blassgelb.

53. Amidoazotoluol + α-Naphtoldisulfosäure 1. 4. 8. (Schöllkopfsche Säure.)

Na-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, Absorption ähnlich der von No. 51. Mit Wasser wird die Lösung grün, dann blassrosa.

54. Amidoazotoluol + β-Naphtoldisulfosäure 2. 3. 6. (R. Säure.) *Na*-Salz, dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei klar getrennte Streifen. Beim Verdünnen wird die Lösung grün, dann blassrosa.

55. Amidoazotoluol + β-Naphtoldisulfosäure 2. 6. 8. (G. Säure.) *Na*-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: braunrot, beim Verdünnen durch Grün in Rosa, spektral ähnlich der vorigen.

56. Amidoazotoluol + α-Naphtoltrisulfosäure.

Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: braungelb, zeigt zwei hübsch klare Streifen, ausserdem schwache Auslöschung im Blau. Siehe Nr. 49.

IV. Farbstoff aus Amidoazoxylol.

57. Amidoazoxylol + α-Naphtolmonosulfosäure.

Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau mit Auslöschung des äussersten Rot. Der Analogie nach ist eine Begrenzung im Ultrarot zu vermuten. Beim Verdünnen wird die Lösung blassgelb.

V. Farbstoffe aus Amidoazobenzolsulfosäure.

58. Amidoazobenzolmonosulfosäure + α-Naphtol.

Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: dunkelgrün, mit zweiseitiger Absorption, wovon nur die im Rot dem reinen Produkt zuzukommen scheint. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung erst intensiv blauviolett, dann teilt sich die Färbung, und man hat unten eine grüne, darauf eine intensiv rote und dann eine blaue Schicht.

59. Amidoazobenzolmonosulfosäure + β-Naphtol.

Na-Salz, rotviolettes Pulver.

H_2-SO_4-Lösung: grün, Auslöschung des äussersten Rots. Beim Verdünnen mit Wasser geht die Farbe durch Blau in Blassrot über.

60. Amidoazobenzolmonos. + β-Naphtolmonos. 2. 8.

Na-Salz, dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, mit einfachem Streifen. Max. unsicher. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung hellrosa.

61. Amidoazobenzolmonos. + α-Naphtoldis. 1. 4. 8.

Na-Salz, rot-violettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blau. Der β-Streif ist sehr scharf, α dagegen breit und verwaschen. Beim Verdünnen mit Wasser geht die Farbe durch hellblau mit Verschiebung des Streifs gegen Rot in Rot über (Schatten im Grün).

62. Amidoazobenzolmonos. + β-Naphtoldis. 2. 3. 6.

Na-Salz, rotviolettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blauviolette Absorption weiter nach Blau als Nr. 61, sonst ähnlich desgl. beim Verdünnen.

63. Amidoazobenzolmonos. + β-Naphtoldisulfos. 2. 6. 8.

Na-Salz, feurigrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: violett, zeigt einfache Auslöschung über D. Beim Verdünnen mit Wasser ändert sich die Farbe durch Blau in Hellrosa.

64. Amidoazobenzolmonos. + α-Naphtoltrisulfos.

Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blauviolett, zeigt einfachen breiten Streif. Beim Verdünnen wird die Lösung blau, dann blassrot.

65. Amidoazobenzolmonos. + β-Naphtoltrisulfos.

Na-Salz, braunviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: violett mit breitem Streif über D nach F. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung intensiv blau, dann blassrot.

VI. Farben aus Amidoazobenzoldisulfosäure.

66. Amidoazobenzoldisulfos. + α-Naphtol.

Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: grün mit zweiseitiger Absorption. Vergl. Nr. 49. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung blau und geht dann in Hellrot mit Schatten auf F über.

67. Amidoazobenzoldisulfos. + β-Naphtol.

Na-Salz, dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: grün, Absorption analog Nr. 66. Der Streif im Rot erscheint nur etwas mehr gegen Blau gerückt. Beim Verdünnen mit Wasser geht die Lösung schnell durch Blau in Blassgelb über.

68. Amidoazobenzoldisulfos. + α-Naphtolmonosulfos.

Na-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blau mit etwas verschwommenen Streifen. Nach Rot scharf begrenzt. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung rosaviolett mit Schatten im Grün.

69. Amidoazobenzoldisulfos. + β-Naphtolmonosulfos. 2. 8.

Na-Salz, feurig dunkelrotes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau mit nicht erkennbarer Zweistreifung. Beim Verdünnen wird die Lösung braunviolett und absorbiert stark im Grün von λ 545. F.

70. Amidoazobenzoldisulfos. + β-Naphtolmonosulfos. 2. 6.

Ba-Salz, feurigrotes Krystallpulver.

H_2SO_4-Lösung: blau mit ähnlicher Absorption wie Nr. 69. Beim Verdünnen mit Wasser dagegen wird die Lösung blassgelb ohne besondere Absorptionserscheinungen.

71. Amidoazobenzoldisulfos. + α-Naphtoldisulfos. 1. 4. 8.

Na-Salz, braunrote, metallisch glänzende Paste.

H_2SO_4-Lösung: dunkelblau. β zeigt sich scharf und kräftig, α dagegen nur schwach. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung rot und zeigt schwach zweistreifigen Schatten im Grün.

72. Amidoazobenzoldisulfosäure + β-Naphtoldis. 2. 3. 6.
Na-Salz, braunrotes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: blau mit zwei etwas verschwimmenden Streifen. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung rotviolett.

73. Amidoazobenzoldisulfos. + β-Naphtoldis. 2. 6. 8.
Na-Salz, braunrotes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: violett mit Streif auf D. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung erst hellblau mit Verschiebung des Streifens nach Rot, dann rot mit Schatten im Grün.

74. Amidoazobenzoldisulfos. + α-Naphtoltrisulfos.
Ba-Salz, rotviolettes Krystallpulver.
H_2SO_4-Lösung: himmelblau mit ähnlicher Absorption wie Nr. 71. α ist sehr schwach. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung rot mit zweistreifigem Schatten im Grün.

75. Amidoazobenzoldisulfos. + β-Naphtoltrisulfos.
Na-Salz, dunkelgrüne metallisch glänzende Paste.
H_2SO_4-Lösung: blauviolett wird mit etwas Wasser blau und zeigt dann dieselbe Absorption wie Nr. 74. Mit mehr Wasser rot und Schatten im Grün.

VII. Farben aus Amidoazotoluolmonosulfosäure.

76. Amidoazotoluolmonos. + α-Naphtol.
Na-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.
H_2SO_4-Lösung: dunkelgrün mit zweiseitiger Absorption. Vergleiche Nr. 48 und 49. Eine scharfe Begrenzung im Ultra ist zu vermuten. Beim Verdünnen mit Wasser wird die Lösung rot mit Schatten von D nach F.

77. Amidoazotoluolmonos. + β-Naphtol.
Na-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.
H_2SO-Lösung: grün. Spektrales Verhalten ähnlich dem von Nr. 76. Absorption im Rot etwas mehr gegen Blau verschoben.

78. Amidoazotoluolmonos. + α-Naphtolmonos.
Na-Salz, dunkelviolettes Krystallpulver.
H_2SO_4-Lösung: blau mit etwas verschwimmenden Streifen und einer schwachen Auslöschung auf F. Beim Verdünnen mit Wasser verschiebt sich der Streif etwas gegen Rot und die Lösung wird blaugrün, bei weiterer Verdünnung blassrot.

79. Amidoazotoluolmonos. + β-Naphtolmonos. 2. 8.
Na-Salz, feurig dunkelviolettes Pulver.

H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt gut getrennte Streifen und geht beim Verdünnen mit Wasser durch Hellblau in Blassrot über.

80. Amidoazotoluolmonos. + β-Naphtolmonos. 2. 6.
Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: blau, absorbiert sehr ähnlich Nr. 78.

81. Amidoazotoluolsulfos. + α-Naphtoldisulfos. 1. 4. 8.
Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: blau mit Absorption genau wie Nr. 72, geht beim Verdünnen mit Wasser durch Hellblau in Blassrot über.

82. Amidoazotoluolsulfos. + β-Naphtoldisulfos. 2. 3. 6.
Na-Salz, schwarzviolettes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: blaugrün, zeigt zwei nicht sehr klare Streifen. Verdünnungsfarben sind erst blau, mit schwachem Streif, zwischen C und d, dann blassrosa.

83. Amidoazotoluolsulfos. + α-Naphtoltrisulfos.
Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: blau mit klaren Streifen. Beim Verdünnen wird die Lösung intensiv rot.

84. Amidoazotoluolsulfos. + β-Naphtoltrisulfos.
Na-Salz, dunkelviolettes Pulver.
H_2SO_4-Lösung: blau, zeigt zwei gut getrennte schmale scharfe Streifen und geht beim Verdünnen mit Wasser durch Grün in Rot über.

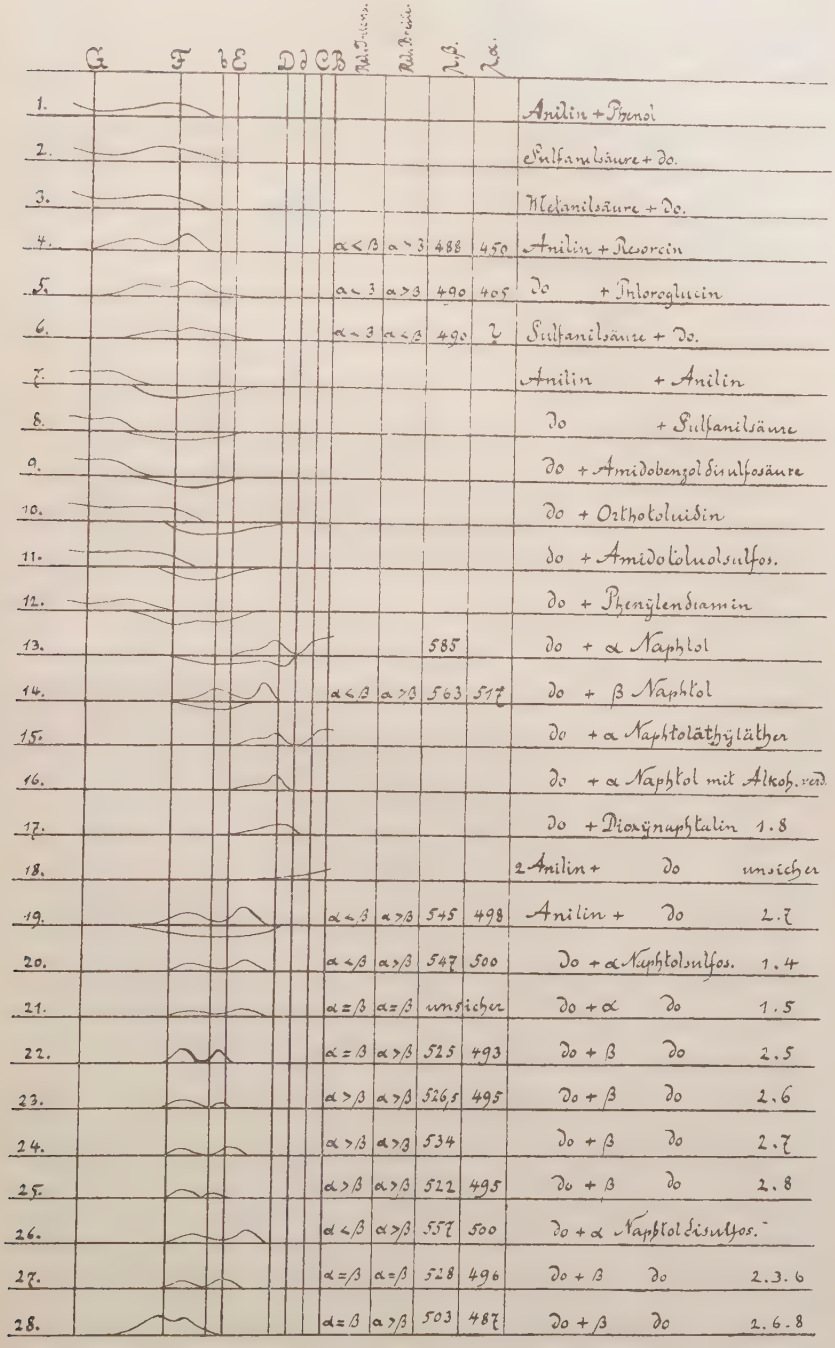
Benzidin, Tolidin und ähnliche Farbstoffe.

Aus dieser Klasse von Azofarben[1]) standen dem Verfasser nur 23 zur Verfügung. Da es jedoch zu weit führen würde, hier noch einmal jeden einzelnen Farbstoff genau zu beschreiben, so beschränkt sich Verfasser auf eine zusammenfassende Behandlung der ganzen Gruppe.

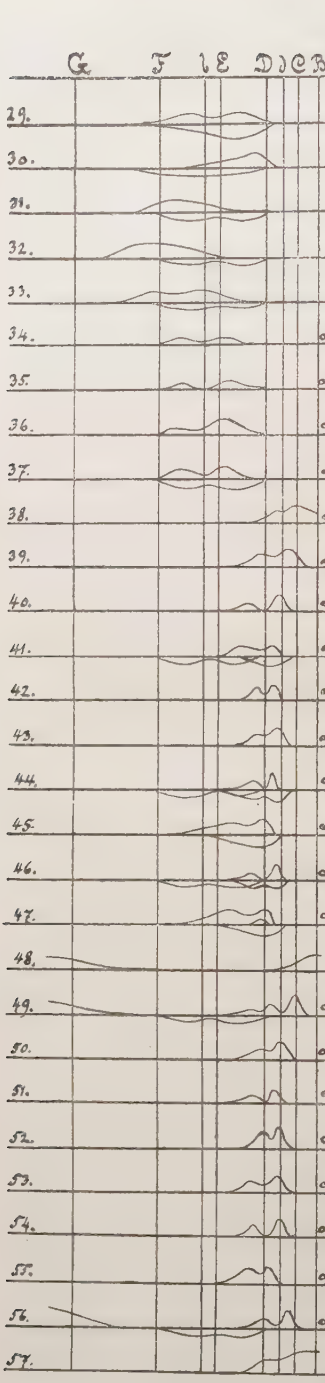
Die Farbstoffe mit verhältnismässig kleinen Komponenten z. B. Phenol, Phenoläthyläther, Salicylsäure, stellen gelbe Pulver dar, die sich mit rotvioletter oder karminroter Farbe in konzentrierter Schwefelsäure lösen. Diese Lösungen absorbieren zwischen F und D. Bei Farbstoffen mit Komponenten aus der Naphtalinreihe ist die Schwefelsäurelösung der mehr dunkel gefärbten Pulver ausnahmslos blau, und die Absorption erstreckt sich bis in das Ultrarot.

[1]) Sogenannte substantive Farben, weil sie sich ohne Beize mit der Baumwolle vereinigen können.

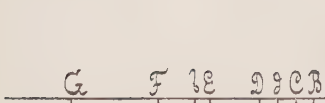
Kurventafeln der Farbenspektra von 1—107.



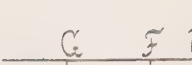
1.					Anilin + Phenol
2.					Sulfanilsäure + do.
3.					Metanilsäure + do.
4.	α < β	α > β	488	450	Anilin + Resorcin
5.	α > β	α > β	490	405	do + Chloroglucin
6.	α > β	α < β	490	?	Sulfanilsäure + do.
7.					Anilin + Anilin
8.					do + Sulfanilsäure
9.					do + Amidobenzoldisulfosäure
10.					do + Orthotoluidin
11.					do + Amidotoluolsulfos.
12.					do + Phenylendiamin
13.			585		do + α Naphtol
14.	α < β	α > β	563	517	do + β Naphtol
15.					do + α Naphtoläthyläther
16.					do + α Naphtol mit Alkoh. ver.
17.					do + Dioxynaphtalin 1.8
18.					2 Anilin + do unsicher
19.	α < β	α > β	545	498	Anilin + do 2.7
20.	α < β	α > β	547	500	do + α Naphtolsulfos. 1.4
21.	α = β	α = β	unsicher		do + α do 1.5
22.	α = β	α > β	525	493	do + β do 2.5
23.	α > β	α > β	526,5	495	do + β do 2.6
24.	α > β	α > β	534		do + β do 2.7
25.	α > β	α > β	522	495	do + β do 2.8
26.	α < β	α > β	557	500	do + α Naphtoldisulfos.
27.	α = β	α = β	528	496	do + β do 2.3.6
28.	α = β	α > β	503	487	do + β do 2.6.8



	Rel. Intens.	Rel. Breite	λ.β.	λ.α.	
29.					Anilin + α Naphtylamin
30.			585		do + β do
31.					do + α Naphtylaminsulfos. 1.4
32.					do + α do 1.5
33.					do + α do 1.8
34.	α = β	α = β	543	498	do + β do 2.5
35.	α < β	α < β	545	495	do + β do 2.6
36.	α < β	α < β	545	495	do + β do 2.7
37.	α = β	α = β	539	495	do + β Naphtylamindisulfos. 2.3.6.
38.	α < β		655	625	Amidoazobenzol + α Naphtol
39.	α < β		640	580	do + β Naphtol
40.	α < β	α > β	627	575	do + α Naphtolmonosulfos.
41.	α = β	α > β	598	572	do + β do 2.8
42.	α < β	α = β	610	580	do + β do 2.6
43.	α < β	α > β	630	575	do + α Naphtoldisulfos. 1.4.8.
44.	α < β	α > β	616	573	do + β do 2.3.6
45.	α < β	α > β	592	550	do + β do 2.6.8
46.	α < β	α > β	620	573	do + α Naphtoltrisulfos.
47.	α = β	α > β	600	555	do + β do
48.					Amidoazotoluol + α Naphtol
49.	α < β	α > β	656	604	do + β Naphtol
50.	α < β	α > β	629	589	do + α Naphtolmonosulfos.
51.	α < β	α > β	620	580	do + β do 2.8
52.	α < β	α > β	630	589	do + β do 2.6
53.	α < β	α > β	630	575	do + α Naphtoldisulfos 1.4.8
54.	α < β	α > β	635	580	do + β do 2.3.6
55.	α = β	α > β	615	580	do + β do 2.6.8
56.	α < β	α = β	640	592	do + α Naphtoltrisulfos.
57.					Amidoazoxylol + α Naphtolsulfos.



	Rel. Intens.	Rel. Breite	λ. β.	λ. α.	
58.					Amidoazobenzolsulfos + α Naphtol
59.					do + β do
60.					do + β Naphtolsulfosäure 2.8
61.	α < β	α > β	642	?	do + α Naphtoldisulfosäure 1.4.8
62.	α < β	α > β	607	575	do + β do 2.3.6.
63.			587		do + β do 2.6.8
64.					do + α Naphtolbisulfosäure
65.					do + β do
66.					Amidoazobenzoldisulfos + α Naphtol
67.					do + β do
68.	α < β	α > β	688	596	do + α Naphtolsulfosäure
69.			620		do + β do 2.8
70.					do + β do 2.6
71.	α < β	α > β	631	584	do + α Naphtoldisulfos 1.4.8.
72.	α < β	α > β	630	575	do + β do 2.3.6.
73.			589		do + β do 2.6.8.
74.	α < β	α = β	629	582	do + α Naphtoltrisulfosäure
75.	α < β	α < β	607	580	do + β do
76.					Amidoazotoluolsulfos + α Naphtol
77.					do + β do
78.	α < β	α > β	647	589	do + α Naphtolsulfosäure
79.	α < β	α > β	630	585	do + β do 2.8
80.	α < β	α > β	650	589	do + β do 2.6
81.	α < β	α > β	630	575	do + α Naphtoldisulfos 1.4.8.
82.	α < β	α > β	630	580	do + β Naphtoldisulfos 2.3.6
83.	α < β	α = β	650	?	do + α Naphtoltrisulfosäure
84.	α < β	α = β	630	585	do + β do



Farbenwechsel beim Verdünnen mit H_2O.

85.	aus rothviolett in hellgelb.	Benzidin + 2 salicylsaures Na (Chrysamin)
86.	aus rothviolett in hellviolett	Tolidin + do
87.	aus blau in hellviolett	Benzidin + {Sulfanilsaures Na / 1. Naphthionsaures Na} (Congo G.R)
88.	do in hellblau	do + 2 Naphthionsaures Na (Congo)
89.	do in blassviolett	do + {Naphthionsaures Na / 1a Naphtholsulfosaures Na} (Congo Corinth)
90.	do in hellblau	do + {β Naphtylamindisulfos. Na / β Naphtylaminsulfos. Na} (Brillant Congo G.)
91.	do.	Tolidin + {Naphthionsaures Na / Resorcin} (Congo 4 R)
92.	do.	do + 2 Naphthionsäure (Benzopurpurin 4 B)
93.	do in hellviolett	do + {Naphthions. Na / 1. Naphtholmonosulfos Na} (Congo Corinth B)
94.	do in hellrosa	do + {β Naphtylamindisulfos Na / 1β Naphtylaminmonosulfos Na} (Brillant Congo R)
95.	do in hellroth	do + 2α Naphtolsulfos Na (Azoblau)
96.	do in hellblau	do + 2α Naph(Laurenth.)tylaminsulfos Na (Benzopurpurin 6 B)
97.	do in blassviolett	do + 2β do. (Brönner) (Benzopurpurin B)
98.	do in gelb	do + 2β do (D.) (Deltapurpurin 7 B)
99.	do in hellblau	do + {methyl-β-naphtylaminsulfos D. / βnaphtylaminsulfos D} (Rosazurin B)
100.	aus carminroth in hellroth	Diamidostilbendisulfos + 2 Phenol (Brillant gelb.)
101.	aus rothviolett in hellviolett	do + 2 Phenoläthyläther (Chrysophenin)
102.	aus carminroth in hellroth	do + 2 Salicylsaures Na (Hessisch Gelb.)
103.	aus blau in violett	do + 2 β-Naphtylaminsulfos (Brönner) (Hessisch Purpur B.)
104.	do in hellblau	Dianisidin + 2α Naphtolsulfos Na (Benzoazurin G.)
105.	do	do + {Naphthionsaures Na / 1α Naphtolsulfos Na} (Azoviolett)
106.	do	do + 2methyl-β-naphtylaminsulfos Na (Heliotrop)
107.	do in hellrosa	Tolidin + do (Rosazurin B)

Zweistreifung lässt sich hier weder okular noch photographisch nachweisen; sie ist jedoch aus der Analogie mit der fast durchgängigen Zweistreifung der Absorptionen zu vermuten.

Vielleicht lässt sie sich mit Hilfe einer empfindlichen Thermosäule oder eines Bolometers nachweisen.

Alles Nähere ist, soweit es von Interesse sein kann, in der vorstehenden Tabelle zusammengestellt worden.

Ergebnisse der Untersuchung.

Es bleibt jetzt noch übrig, das gesammelte Spektrenmaterial vergleichend in seinen Beziehungen zur Konstitution der Farbstoffe zu betrachten.

Es ergiebt sich in erster Linie eine sehr einfache Beziehung zwischen Kohlenstoffgehalt und Lage der Streifen im Spektrum.

In den beigefügten Zusammenstellungen von Spektren sind diese nach dem Kohlenstoffgehalt der Farben geordnet, und es lässt sich ohne weiteres erkennen, wie die Streifen beim Wachsen der Kohlenstoffzahl aus dem Violett in das Rot rücken.

Von dieser Regel ist in keinem Fall eine Ausnahme zu konstatieren.

Schütze bezeichnet eine solche Verschiebung von Violett nach Rot als „bathochrom“, eine Verschiebung im umgekehrten Sinne als „hypsochrom“.

Das Hydroxyl ist also eine bathochrome Gruppe, da es bei seinem Eintritt eine Verschiebung der Streifen nach Rot zu bewirkt.

Die Farbstoffe:

Anilin + Phenol Nr. 1
do. + Resorcin „ 4
do. + Phloroglucin „ 5
} der Tabelle

liefern Beispiele hierfür.

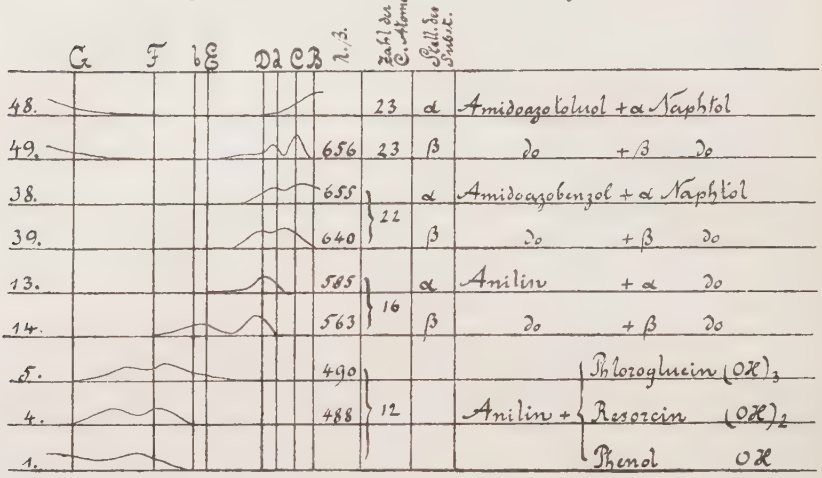
Ist das Hydroxyl im Naphtalinrest substituiert, so übt die Stellung einen sehr regelmässigen Einfluss auf die Absorption aus. Es absorbieren hier die α-Körper ausnahmslos um einen nahezu gleichen Betrag von ca. 20 $\mu\mu$ weiter nach Rot, wie die isomeren β-Verbindungen.

Es gilt diese Regel auch für die korrespondierenden Sulfosäuren, jedoch in beschränkterem Masse, da die verschiedene Stellung der Sulfogruppen selbst ebenfalls einen orientierenden Einfluss auf die Streifen ausübt.

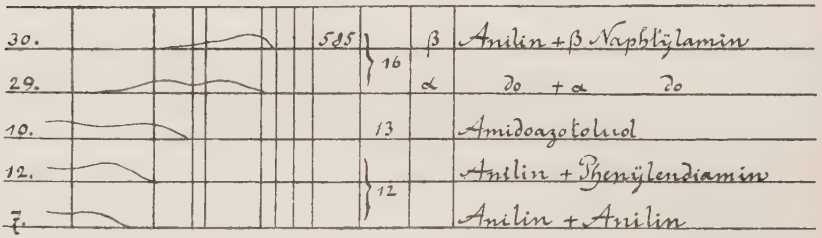
Vergleichbare Beispiele bieten folgende Farbstoffe:

No.	*X*-Azo-α-Naphtol resp. Sulfosäure	No.	*X*-Azo-β-Naphtol resp. Sulfosäure	Differenz von β in Wellenlängen
13	Anilin + α-Naphtol	14	Anilin + β-Naphtol	22
20	do. + α-Naphtolmonosulfos.	23	do. + β-Naphtolmonosulfos.	20·5
38	Amidoazobenzol + α-Naphtol	39	Amidoazobenzol + β-Naphtol	15
40	do. + α-Naphtolmonosulfos.	42	do. + β-Naphtolmonosulfos.	17
46	do. + α-Naphtoltrisulfos.	47	do. + β-Naphtoltrisulfos.	20
74	Amidoazobenzoldisulfos. + do.	75	Amidoazobenzoldisulfos. + do.	22

I. Hydroxylsubstituirte Farben, vergl. Tab.



II. Amidsubstituirte Farben.



Die Amidogruppe (NH_2) wirkt in dem einzigen vom Verfasser untersuchten Fall „bathochrom“ entgegengesetzt den Erfahrungen von Krüss[1]) und Schütze[2]).

Amidoazobenzol (1 NH_2) absorbiert weiter nach Blau als Chrysoïdin, welches eine NH_2-gruppe mehr enthält. Siehe Nr. 7 u. 12 der Tabelle.

Die Isomeriefälle bei X-Azo-Naphtylaminfarben verhalten sich gerade umgekehrt, wie bei den entsprechenden Naphtolfarben.

Hier sind es die β-Körper, welche ausnahmslos weiter nach Rot absorbieren, wie die isomeren α-Verbindungen.

Die Grösse dieser Verschiebungen lässt sich jedoch hier nicht genau messen, da die α-Körper sehr verwaschene und breite Absorptionen zeigen.

---

[1]) G. Krüss, Sitzungsber. der kgl. preuss. Akad. der Wiss. **34**, 715. 1887.

[2]) Schütze, dessen Abhandl. 122.

Dies gegensätzliche Verhalten der *OH* und NH_2 substituierten Farben stimmt auch mit den Erfahrungen von Schütze[1]) überein.

Warum diese Beziehungen der stellungsisomeren Körper zur Absorption, sowie zu anderen konstitutiven Eigenschaften (z. B. das elektrische Leitvermögen) so verschieden sind, lässt sich vorläufig noch nicht genau feststellen.

Es sind jedoch über diesen Gegenstand schon verschiedene Hypothesen[2]) aufgestellt worden.

Was endlich den Einfluss der substituierten Sulfogruppen anbetrifft, so liefert uns hier das Spektroskop bemerkenswerte Aufschlüsse selbst da, wo uns keine Farben- und Nuancenunterschiede mehr entgegentreten. Nach Schütze hat die Sulfogruppe einen sehr geringen Einfluss auf die Nüance der Farbstoffe, so dass er ihn bei seinen Erörterungen vernachlässigen zu können glaubt.

Treten die Sulfogruppen in den Diazorest der Farbstoffe ein, so erleiden die Streifen zwar Verschiebungen, es lassen sich jedoch hier keine Regelmässigkeiten feststellen. Die Streifung wird ausserdem durchweg undeutlicher und schwerer bestimmbar.

Treten dagegen Sulfogruppen in den Naphtalinrest ein, so dokumentiert sich ihr Einfluss als sehr regelmässig.

Vor allen Dingen erscheint hier die Sulfogruppe als „hypsochrom". Sie verschiebt bei ihrem Eintritt in einen Naphtolrest den Streifen regelmässig um ca. 30—40 $\mu\mu$ nach Blau. Während ferner bei den sulfofreien -A-Naphtolfarben die Zweistreifung nicht, oder nur sehr undeutlich zu erkennen ist, tritt solche bei den korrespondierenden Sulfosäuren stets klar hervor.

Zum Vergleich mögen die folgenden Farbstoffe dienen.

No.	*X-A-α*-Naphtol	No.	*X-A-α*-Naphtolmonosulfosäure	Differenz von *β*
13	Anilin + *α*-Naphtol	20		38
38	Amidoazobenzol + do.	40		38
48	Amidoazotoluol + do.	50		?
66	Amidoazobenzoldisulfos. + do.	68		?
76	Amidoazotoluolmonosulfos. + do.	78		?

	X-A-β-Naphtol		*X-A-β*-Naphtolmonosulfosäure	Diff. von *β*	Differenz von *β* bei den isomeren Farben 2.8 und 2.6
		25	Anilin + (Bayer) 2·8		3·5
		23	do. + (Schäffer) 2·6		

[1]) Schütze, dessen Abhandl. 125. [2]) Dessen Abhandl. 120.

No.	X-A-β-Naphtol	No.	X-A-β-Naphtolmonosulfosäure	Diff. von β	Differenz von β bei den isomeren Farben 2.8 und 2.6
39	Amidoazobenzol + β-Naphtol	41	2·8	42	12
		42	2·6	30	
49	Amidoazotoluol + do.	51	2·8	36	10
		52	2·6	26	
59	Amidoazobenzolmonosulfosäure + do.	60	2·8	?	?
			2·6		
67	Amidoazobenzoldisulfos. + do.	69	2·8	?	?
		70	2·6		
77	Amidoazotoluolmonosulfosäure + do.	79	2·8	?	20
		80	2·6		

In welcher Weise die verschiedene Stellung der Sulfogruppen die Streifen beeinflusst, zeigt ein Vergleich der Farbstoffe:

X-A-β-Naphtolmonosulfosäure 2·8
und X-A-β- do. 2·6

in obiger Tabelle.

Die letzteren absorbieren ausnahmslos etwas weiter nach Rot, und es wächst im allgemeinen die Grösse der Verschiebung mit der Molekulargrösse der Farbstoffe.

Treten weitere Sulfogruppen in den Naphtolrest ein, so bewirken sie im allgemeinen keine wesentliche Verschiebungen. Nur die Zweiteilung tritt immer klarer und schärfer hervor.

Einen auffallend regelmässigen Einfluss übt auch hier die Stellung der verschiedenen Sulfogruppen aus. Die isomeren Farben mit R.- und G.-Säure lassen sich sehr deutlich erkennen, es absorbieren erstere um 20—25 $\mu\mu$ weiter nach Rot.

Der hohe Wert (41 $\mu\mu$) in letzter Reihe der Tabelle dürfte vielleicht auf eine unsichere Beobachtung zurückzuführen sein.

No.	X-A-β-Naphtoldisulfosäure R. (2. 3. 6)	No.	X-A-β-Naphtoldisulfos. G. (2. 6. 8.)	Differenz von β in $\mu\mu$
27.	Anilin + do.	28.	Isomere	25
44.	Amidoazobenzol + do.	45.	„	24
54.	Amidoazotoluol + do.	55.	„	20
62.	Amidoazobenzolmonosulfos. + do.	63.	„	20
72.	Amidoazobenzoldisulfos. + do.	73.	„	41?

Tritt eine Sulfogruppe in einen Naphtylaminrest, so wird auch hier die Absorption in hypsochromem Sinn verändert. Die Verschiebung ist eine beträchtliche, sie lässt sich bei den α-Körpern wegen der Unschärfe der Streifen nicht messen, bei den β-Verbindungen dagegen beträgt sie

40 $\mu\mu$. Ausserdem tritt bei den Sulfosäuren die Zweiteilung der Streifen schärfer hervor.

No.	*X-A-α*-Naphtylamin	No.	*X-A-α*-Naphtylaminmonosulfosäure		Differenz von β in $\mu\mu$
29.	Anilin + do.	31.	Anilin + do.	1. 4.	?
		32.	do. + do.	1. 5.	
		33.	do. + do.	1. 8.	
	X-A-β-Naphtylamin		*X-A-β*-Naphtylaminmonosulfosäure		
30.	Anilin + do.	34.	Anilin + do.	2. 5.	42
		35.	do. + do.	2. 6.	40
		36.	do. + do.	2. 7.	40

Bei Anilin + β-Naphtylamindisulfosäure (Nr. 37 der Tabelle) tritt eine weitere kleine Verschiebung von ca. 5 $\mu\mu$ nach Blau ein. Die Zweiteilung ist auch hier klar und scharf.

Schliesslich ist noch in Bezug auf den Einfluss der Stellung der Sulfogruppe ein Fall anzuführen. Benzol-*o*-sulfosäure-azo-phenol (Nr. 2) absorbiert weiter nach Rot zu als Benzol-*m*-sulfosäure-azo-phenol (Nr. 3).

Aus dem Vergleich aller Fälle, in denen stellungsisomere Sulfosäuren sich verschieden verhalten, geht die interessante Thatsache hervor, dass, je näher sich die Sulfogruppen den farbbildenden Radikalen (NH_2, OH) befinden (d. h. in den Bildern unserer heutigen Strukturformeln), die Absorptionsstreifen der Lösungen um so weiter nach Rot zu liegen.

Zum Schluss dieser Arbeit sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass die vorliegenden spektralanalytischen Daten auch dem analytischen Chemiker von Nutzen sein können.

Die Analyse der Azofarben auf rein chemischen Wege[1]) (durch Reduktion etc.) ist immer eine ziemlich mühsame und zeitraubende Arbeit.

Wenn auch nicht behauptet werden kann, dass mit dem Spektroskop in dieser Hinsicht alles zu erreichen ist, so ist auch nicht zu leugnen, dass es in mancher Weise zeitersparende Fingerzeige zu geben im stande sein wird.

Resultate.

1. Die Absorptionsstreifen der Schwefelsäurelösungen von Azofarben wandern bei zunehmendem Kohlenstoffgehalt derselben aus Violett nach Rot.

---

[1]) O. N. Witt, Ber. **21**, 3468.

2a. Hydroxyl und Amid bewirken bei ihrem Eintritt Verschiebungen in demselben Sinne.

b. Die Stellung dieser Substituenden bethätigt einen durchaus regelmässigen Einfluss auf die Lage der Streifen.

3a. Die Sulfogruppe bewirkt bei ihrem Eintritt in den Naphtalinrest eine Verschiebung im umgekehrten Sinne. Die Grösse dieser Verschiebung ist in allen Fällen nahezu gleich und beträgt ca. 40 $\mu\mu$. Ausserdem tritt die Zweistreifung deutlicher und klarer hervor.

b. Die Stellung der Sulfogruppe bethätigt ebenfalls einen durchaus regelmässigen Einfluss.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, den Herren Dr. G. Schultz, Prof. Dr. H. W. Vogel und Prof. Dr. O. N. Witt für ihre liebenswürdige Unterstützung meiner Arbeit meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Technol. und spektralanalyt. Laborat. der kgl. techn. Hochschule zu Berlin
Juni 1892.

Druck von Pöschel & Trepte in Leipzig.